

Ein neuartiger Pegelzeiger

(Mitteilung aus dem Heinrich-Hertz-Institut für Schwingungsforschung)

Wenn eine Meßgröße neben anderer Betätigung zu überwachen ist, ist die Betrachtung eines Zeigerinstrumentes unangebracht. Sie nimmt das Wahrnehmungsvermögen derartig in Anspruch, daß beispielsweise die gleichzeitige Lesung einer Partitur unmöglich ist.

Bei der Beobachtung auf größere Entfernung oder durch einen Nichtfachmann gelten ebenfalls diese Verhältnisse. Zur Überwachung des Pegels der Modulationsspannung des Rundfunks war daher angeregt worden, das bisher verwendete Zeigerinstrument durch die Anzeige des Meßwertes mit Hilfe einer Leuchtskala zu ersetzen, deren Länge zweckmäßig dem Spannungswert in logarithmischem Maßstab entspricht. Bei voller Ausleuchtung wird dann diejenige Spannung angezeigt, die den Sender voll aussteuert. Die Skala wird durch eine Anzahl von Glühlampen ausgeleuchtet, die durch Relais geschaltet werden.

Eine Abschattung der Leuchtskala mittels einer Blende wurde nicht vorgenommen, da diese Einrichtung infolge der Masse des Steuerorgans eine zu große Ansprechträgheit aufweisen und kurze Spitzen nicht zur Anzeige bringen würde. Eine gewisse Unvollkommenheit der gewählten Anordnung liegt in der Hysterese der Relais, die eine Differenz zwischen der jeweiligen Ein- und Ausschaltspannung zur Folge hat; sie liegt jedoch weit unter den bisherigen Fehlergrenzen. Die Zahl der möglichen Lampenstufen ist daher begrenzt. Sie wurden mit 8 Feldern so gewählt, daß deren jede 5 db entspricht.

Die Meßanordnung wurde so getroffen, daß in normaler Schaltung der gegebene Spannungspegel zwischen 15 mV und 1,55 V (0,7 Np) angezeigt wird und bei dem Höchstwert die 8. Lampe aufleuchtet, während jede vorhergehende Lampe bei einem um je 0,575 Np niedrigeren Pegel anspricht. Eine andere Messung gestattet die Überwachung eines jeden diese Werte übersteigenden Pegels im Intervall von 40 db dadurch, daß mit Hilfe eines einstellbaren Spannungsteilers die Meßgröße dem Bereich des Gerätes angepaßt wird. Diese Messung hat daher subjektiven Charakter und dient beispielsweise zur Überwachung der Besprechung eines Mikrofons. Da sie keine technischen Voraussetzungen stellt, ermöglicht sie auch einem Laien die Kontrolle.

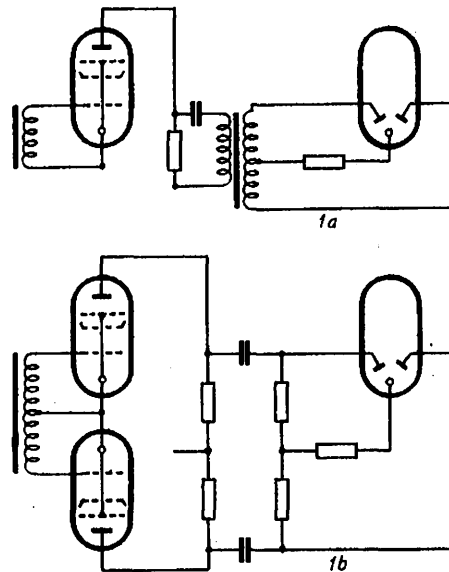


Abb. 1. Gleichrichterspeisung
a) mit Trafokopplung, b) Gegentaktstufe

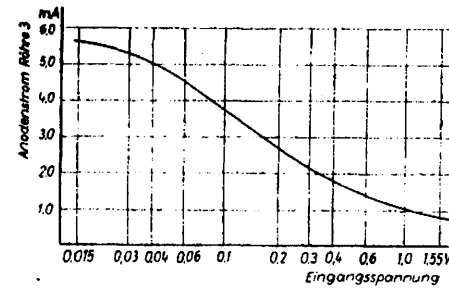


Abb. 2. Steuerstromkennlinie der Relaisanordnung

Die an das Gerät zu stellenden Anforderungen sind: Anzeige des Spitzenwertes der größten positiven oder negativen Halbwelle bei unsymmetrischen Schwingungen, schnelles Ansprechen und langsames Abklingen, sowie Unabhängigkeit der Anzeige von der Frequenz der zu messenden Spannung und von Netzspannungsschwankungen. Erwünscht ist eine lineare Abhängigkeit des Relaisstroms von dem Logarithmus der Eingangsspannung, um eine der Ohrempfindlichkeit entsprechende Messung und günstige Abstufung der Ansprechwerte zu erzielen.

Bei akustischen Schwingungen tritt gelegentlich eine Ungleichheit der positiven und negativen Spitzenwerte auf, deren Erfassung zur Vermeidung von Übersteuerungen wichtig ist und eine Doppelweggleichrichtung erfordert; sie erfolgt hier mit dem Diodensystem einer Verbundröhre. Es ergeben sich zwei Wege, um zum Ziele zu gelangen, die beide Vor- und Nachteile haben. Nach Abb. 1a wird die Gleichrichterstrecke über einen Transformator Ü 2 an den Anodenkreis der Eingangsröhre — einer Pentode — angekoppelt. Hierbei macht die Aufrechterhaltung des Anodenwiderstandes bei niedrigen Frequenzen Schwierigkeiten, da der Scheinwiderstand des Übertragers leicht so weit sinkt, daß der Anodenkreiswiderstand, der etwa 30—50 kOhm betragen sollte, nicht mehr gehalten werden kann, die Verstärkung absinkt und der Frequenzgang unzulässig beeinträchtigt wird.

Die Anforderungen an den Eingangsübertrager entsprechen denjenigen, die an jeden guten Übertrager gestellt werden. Infolge der im Anodenkreis auftretenden Schwierigkeiten, die durch frequenzabhängige Gegenkopplung bis zu einem gewissen Grade ausgeglichen werden konnten, wurde in einem zweiten Muster die Schaltung nach Abb. 1b gewählt, in der die Verwendung eines Gleichrichtertrafos durch die Röhrengentaktstufung umgangen ist und jede Röhre eine Gleichrichteranode speist. An den Eingangsübertrager sind wiederum keine außergewöhnlichen Anforderungen zu stellen, und es wurde so ein Frequenzgang erzielt, der nicht mehr als 10% gegenüber dem Höchstwert abwich.

Nachteilig ist bei dieser Anordnung, daß eine gegebenenfalls ungleichmäßige Röhrenalterung eine ungleiche Verstärkung der betreffenden Halbwelle verursacht, und eine gelegentliche Überprüfung des Geräts erforderlich macht.

Die Spitzenwertanzeige wird durch die Dimensionierung des Richtstromkreises bewirkt. Das Abklingen der Anzeige wird durch die Kombination W 20, 21 und C 3 (Abb. 3) festgelegt. Die Zeitdauer wurde auf 0,1 s angesetzt. Hinsichtlich der Ansprechkonstanten ist die Schaltung nach Abb. 1b derjenigen nach 1a benachteiligt, da die Aufladung von C 3 durch den Widerstand W 17 bzw. 37 gegenüber dem geringen ohmschen Widerstand der Sekundärwicklung des Gleichrichterübertragers der Schaltung 1a verzögert wird. Letzterer wäre daher grundsätzlich und bei freier Wahl des Materials der Vorzug zu geben. Die Ansprechzeitkonstante gewährleistet mit 0,03 s die Anzeige kurzzeitiger Vorgänge.

Eine lineare Änderung des Anodenstromes bei logarithmischem Wachsen der Gitterspannung erreicht man durch Verwendung einer Regelröhre. Es ist der Anodenstrom der Regelröhre $I_a \sim e^x$ und die unabhängige Veränderliche $x = \ln U$, wobei U die Eingangsspannung darstellt. Es folgt $\ln I_a \sim x$ oder $\ln I_a \sim \ln U$ und $I_a \sim U$, d. h. im logarithmischen System sind Anodenstrom und Eingangsspannung proportional, wodurch eine günstige Stufenteilung des Meßbereichs ermöglicht wird. Die im Ergebnis festzustellende Abweichung am Anfang und Ende der Regelkurve (Abb. 2.) entsteht aus der nichtlinearen Gleichrichtung der kleinen Spannungen und aus Abweichungen von der Exponentialkennlinie. Um den Meßbereich ohne Übersteuerung erweitern zu können, wurde ein Teilbetrag der Richtspannung auf das Gitter der Vorverstärkerröhre zurückgeführt und so das Anodenspannungsintervall gegenüber der Eingangsspannung verkleinert. Die Geräteschaltung nach diesen Gesichtspunkten zeigt Abb. 3.*) Aus Gründen der Einheitlichkeit wurde in allen Stufen die Regelröhre EBF 11 verwendet.

Mittels des Schalters S_1 wird die Eingangsspannung entweder direkt oder über ein Potentiometer an den Eingangsübertrager $\bar{U}1$ gegeben, wobei zuvor durch den Schalter S_2 ein Umpolen oder Kurzschließen des Eingangs bewirkt werden kann. Auf der Sekundärseite werden die Pentoden $Rö 1$ und $Rö 2$ in Gegentaktschaltung erregt. Die ausgenutzte Verstärkung liegt zwischen 15- und 60-fach (22...0,9 V). Die in der Röhre 3 gewonnene Richtspannung wird an das Pentodensystem der gleichen Röhre, in deren Anodenkreis die Relais liegen, gegeben. Der Teilbetrag, mit dem diese Röhre gesteuert wird, ist mit dem Potentiometer $W 20$ einstellbar. Die Staffelung der Empfindlichkeit der Relais wird durch Nebenwiderstände zur Zweitwicklung erreicht. Die Parallelschaltung der Arbeitswicklung in zwei Gruppen bezweckt die Herabsetzung des Spannungsabfalls zur Vermeidung von Sättigungserscheinungen im Röhrenstromkreis.

*) S. a. FUNK-TECHNIK Heft 2, 1947, „Ein neuer Glühlampen-Aussteuerungsanzeiger“.

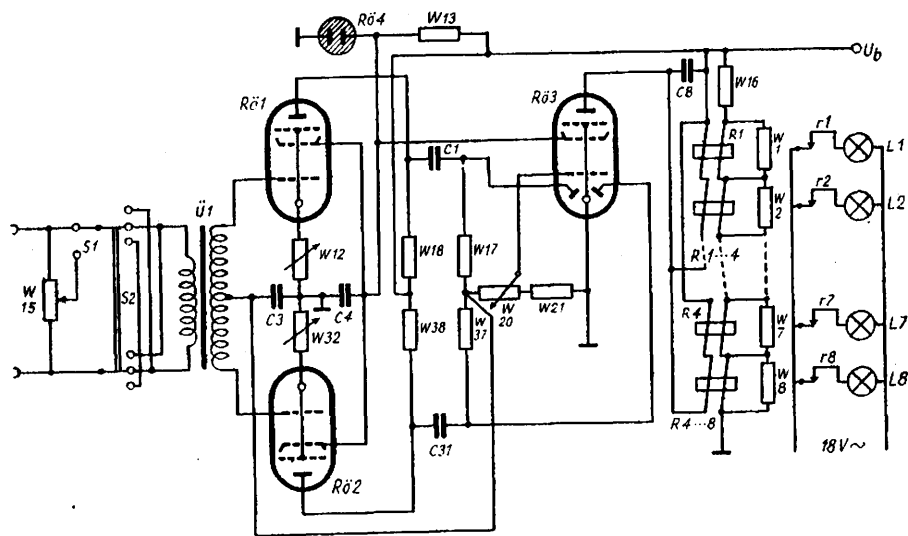


Abb. 3. Gesamtschaltbild des Pegelzeigers

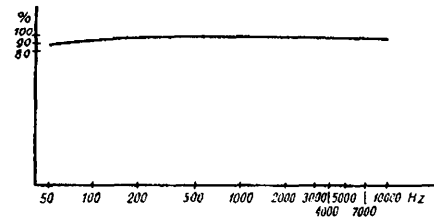


Abb. 4. Meßwerte in einem Frequenzbereich zwischen 100 Hz und 10 kHz

Das in Abb. 2 dargestellte Ergebnis zeigt den Anodenstrom über der zugeführten Wechselspannung. Die Steilheit der Kurve beträgt am Anfang und Ende 0,7 mA/Np. Die verwendeten Relais weisen eine Umschlagstromdifferenz von 0,025 mA auf. Schlägt man hierzu Anodenstromschwankungen von 0,05 mA, herrührend aus Netzspannungsschwankungen, die durch Stabilisation der Schirmgitterspannung in ihrem Einfluß herabgemindert sind, so ergibt sich eine Ungenauigkeit der Anzeige zwischen 0,05 und 0,1 Np.

Der erreichte Frequenzgang weist folgende Abweichungen der Meßgröße gegenüber dem Höchstwert auf:

6%	bei einer Eingangsspannung von 0,04 V (— 2,96 Np)
9%	„ „ „ „ 0,2 V (— 1,35 Np)
10%	„ „ „ „ 1,5 V (+ 0,7 Np)

Diese Werte ergeben sich in einem Frequenzbereich zwischen 100 Hz und 10 kHz und sind in Abb. 4 dargestellt.

Zusammenfassung

Es wurde ein Gerät entwickelt, das gleichzeitig mit einer anderen Tätigkeit die Überwachung eines Spannungspegels zwischen + 0,7 und — 3,9 Np ohne Beobachtung eines Zeigerinstrumentes ermöglicht. Durch eine Umschaltung kann jeder andere höhere Pegel kontrolliert werden. Die Anzeigegenauigkeit liegt über den bisher üblichen Anforderungen und überschreitet sie bei konstanter Netzspannung erheblich. Der Frequenzgang ist praktisch geradlinig und weist Abweichungen unter 0,1 Np auf. Aus den zeitbedingten Gründen der Materialbeschaffung konnte nicht in allem das Höchstmögliche erreicht werden.

Es erscheint möglich, den Meßbereich des Gerätes unter normalen Verhältnissen von 40 auf 60 db zu erweitern, um so den Registrierbereich des Magnetofons voll erfassen zu können. Die Auswirkungen etwaiger Alterungserscheinungen können sich erst nach längerer Betriebszeit ergeben. Bei den laufenden Betriebsmessungen während der Erprobungen im Berliner Rundfunk wurden keine Abweichungen der Ansprechwerte festgestellt.

Die Anwendung des Gerätes bleibt nicht dem Rundfunk zur Überwachung der Senderaussteuerung vorbehalten, sondern erstreckt sich allgemein auf das Gebiet der Überwachung tonfrequenter Amplituden, wie es auch beispielsweise einen Teil der Tonfilmtechnik ausmacht.

* * *